

Express Mail Mailing Label No. EL665886245US

Attorney Docket No. 8861-413US  
(P26315-01)

1

## United State Patent Application

By Noboru HIGASHI, Daisuke NAGAI, and Kenichi KAIDA

Corresponding to the Japanese Patent Application:

No. 2000-227790 filed on July 27, 2000

## 明 細 書

## 発明の名称

電子基板検査方法及び電子基板検査装置

## 発明の背景

本発明は、画像処理により電子基板を検査する電子基板検査方法に関するものであり、特に家庭電化製品やコンピュータ等の電子機器に内蔵される電子基板に対して、電子基板上の部品やこれを接着する半田を検査する電子基板検査方法に関するものである。

電子機器に内蔵される電子基板の外観を検査する装置として、電子基板外観検査装置がある。この電子基板外観検査装置には、その画像撮像方法によって2種類に大別される。一つはCCDカメラと照明（リング照明等の光の照射状態を工夫した特殊照明）とを組み合わせた2次元画像撮像装置であり、他方はレーザー三角測量や光切断法等による3次元画像撮像装置である。

上記の2次元画像撮像装置及び3次元画像撮像装置により計測して得られた画像データを用いて、電子基板上に実装された部品の外観検査を行う場合には、従来の電子基板検査方法において部品毎に検査対象領域（ROI: region of interest）を設定し、その検査対象領域（ROI）のみを検査していた。

一方、電子基板の全面を検査する装置としては、日本の特開平4-208803号公報に開示された検査装置がある。この検査装置においては、電子基板上で部品が実装されていない3点における空間情報から当該電子基板の傾きを検出している。この従来の検査装置は、電子基板に平行な平面を基板近似平面として算出し、この基板近似平面をしきい値として計測された画像データを2値化し、2値

画像を得ていた。この従来の検査装置は得られた2値画像に基づいて、各部品の大きさ、位置及び傾きを算出して、予め設定した標準値と比較することにより、電子基板上の部品の実装状態を検査していた。このように、特開平4-208803号公報に開示された検査装置によれば、電子基板の全面を検査することは可能であった。

従来の電子基板検査方法の1つである前述の電子基板外観検査装置は、検査領域を予め設定し、その設定した領域のみを検査して、設定した領域外は検査しないため、その領域外に電子部品や半田等が誤って配置されている場合には、これを検出することができなかった。不適切な個所に電子部品や半田等が配置されると、配線間のショートや異常動作を誘発する原因となり、電子基板の品質を著しく低下させるという問題があった。すなわち、検査領域を限定する従来の電子基板外観検査装置においては、上記のような不良発生の要因を検出することができないという問題があった。

このような従来の電子基板外観検査装置における問題を解決する装置として、電子基板全領域において部品実装状態の検査を行う特開平4-208803号公報に開示された検査装置があった。この検査装置は、電子基板上において部品が配置されていない3点からこの電子基板の近似平面を求めてしきい値とし、このしきい値と部品が実装された3次元情報から実装部品を抽出する方法が提案されている。この方法によれば、検査対象部品の高さが電子基板の歪み量よりも十分大きいときは、電子基板の3次元情報と近似平面との比較によって電子部品や半田の抽出が可能であった。しかしながら、実際の電子基板は3次元的な歪みを有しているため、電子基板の歪みに対して検査対象部品の高さが低い微小部品の場合には、電子基板の歪みに微小部品が埋もれてしまい、近似平面との比較処理では抽出できないときがあった。また、電子基板の歪み量が非常に大きい部位では電子基板自体を検査対象部品として誤認識するときがあった。特に、近年小型化する電子部品やこれを接続するために印刷するクリーム半田を検査する場合、従来の検査方法では高精度な抽出を実現することができなかった。

そこで今回提案する本発明においては、電子基板の歪み量に影響されることなく、電子基板上に配置された微小部品を全て高精度に抽出することが可能な電子

基板検査方法を提案して、検査精度を向上させることを目的とする。

#### 発明の概要

本発明の電子基板検査方法は、

- (1) 検査対象物である電子基板の3次元形状を計測して表面形状計測データとする工程と、
- (2) 計測された電子基板全面の表面形状計測データから、電子基板の歪量を自動推定する工程と、
- (3) 上記(2)における推定結果から、電子基板の近似曲面を自動生成する工程と、
- (4) 上記(3)で生成された近似曲面と表面形状計測データとのサブトラクション処理を行う工程とを有している。

また、電子基板検査装置は、上記の各工程を実行する処理装置を具備しており、電子基板全面に配置された電子基板以外に配置された物体を高精度に抽出する。そして、本発明の電子基板検査方法及びその方法を用いた装置は、抽出されたデータと予め良品における被検査物体の位置情報や形状情報を示した教示データとを比較することにより電子基板の検査を高精度に実行することができる。

本発明に係る電子基板検査方法は、

検査対象物が配置されている電子基板の表面形状のデータを計測する計測処理、計測された表面形状のデータから、検査対象物が配置されていない電子基板の表面形状を推定した近似曲面を生成する近似曲面生成処理、

計測された表面形状データから、生成された近似曲面を減算するサブトラクション処理、

前記サブトラクション処理により得られたデータにより近似曲面と異なる領域を検査対象領域として決定する検査対象領域決定処理、及び

決定された検査対象領域に対して、前記電子基板上に配置されている電子部品及び電子部品を接続するための接合材を所望の状態であるかを検査する検査処理、を有する。これにより、本発明の電子基板検査方法は、電子基板表面を近似した近似曲面により電子基板の歪に影響されることなく、電子基板上に配置された検

査対象物を高精度に認識することが可能となり、電子基板全体に対して高精度な検査を実現することができる。

他の観点による発明の電子基板検査方法は、前記近似曲面生成処理が、電子基板の表面形状の計測データを小領域に分割し、分割した各領域の表面形状の計測データにおけるヒストグラムを生成するヒストグラム生成処理と、

生成されたヒストグラムから各分割領域内における予め決めた特定座標の基板高さ値を決定する基板高さ値決定処理と、

上記基板高さ値が決定した座標以外の座標の高さ値を、決定した基板高さ値を用いた補間処理により決定し、基板の近似曲面を生成する処理と、

を含む。これにより、本発明の電子基板検査方法は、電子基板上に検査対象物が配置された表面形状データから電子基板表面における近似曲面を自動生成する作用を有する。

他の観点による発明の電子基板検査方法は、前記ヒストグラム生成処理が、電子基板からの反射光量を計測する処理と、

計測された反射光量のデータにおける特定強度の光量を示す領域を決定する領域決定処理と、

決定された特定強度の光量を示す領域のみを用いて、その領域の表面形状データのヒストグラムを生成する処理とを含む。このように本発明の電子基板検査方法は、電子部品の表面形状データの一部をマスキングし、基板表面である確率の高い特定部位のデータのみを使用してヒストグラムを生成することにより、基板表面高さをより高精度に決定する。また、本発明の電子基板検査方法は検査対象部品をマスキングすることにより、部品サイズに依存することなく高精度に電子基板高さを決定する。

他の観点による発明の電子基板検査方法は、前記ヒストグラム生成処理が、電子基板の色情報を計測する処理と、

計測された色情報において、特定の色情報を示す領域のみを用いて、その領域の表面形状データのヒストグラムを生成する処理とを含む。このように本発明の電子基板検査方法は、基板表面色の違いを利用することにより、電子部品の表面形状データをマスキングし、電子基板表面における確率の高い特定部位のデータ

のみを使用してヒストグラムを生成することにより、電子基板表面高さをより高精度に決定する。また、本発明の電子基板検査方法は検査対象部品をマスキングすることにより、部品サイズに依存することなく高精度に電子基板高さを決定する。

他の観点による発明の電子基板検査方法は、前記ヒストグラム生成処理が、電子基板のCADデータにおける特定領域のみを用いて、その領域の表面形状データのヒストグラムを生成する処理を含む。このように本発明の電子基板検査方法は、電子部品の表面形状データをマスキングし、電子基板表面における確率の高い特定部位のデータのみを使用してヒストグラムを生成することにより、電子基板表面高さをより高精度に決定する。また、本発明の電子基板検査方法は検査対象部品をマスキングすることにより、部品サイズに依存することなく高精度に基板高さを決定する。

他の観点による発明の電子基板検査方法は、前記領域決定処理が、反射光量データにおけるヒストグラムを生成する処理と、

生成されたヒストグラムからヒストグラム領域を分割する閾値を決定する処理と、

決定された閾値により反射光量データを領域分割する処理と、

分割された領域中から特定光量データの領域を決定する処理とを含む。これにより、電子基板表面の反射光データから特定部位の領域を自動抽出する。

他の観点による発明の電子基板検査方法は、前記基板高さ値決定処理が、ヒストグラムの最大値を基板高さ値として決定する。これにより、本発明の電子基板検査方法は、分割領域における基板高さ値を表面形状データのヒストグラムから自動的に決定する。

他の観点による発明の電子基板検査方法は、前記基板高さ値決定処理が、ヒストグラムの近似曲線を求め、その最大値を基板高さ値として決定する。これにより、本発明の電子基板検査方法は、基板高さ値を高精度に決定できる。

他の観点による発明の電子基板検査方法は、前記補間処理により基板全面の高さ値を求める処理において、高次補間処理により基板全面を曲面近似し、これを基板における近似曲面として決定する。これにより、本発明の電子基板検査方法

は、基板表面高さ値を高精度に決定できる。

他の観点による発明の電子基板検査方法は、前記近似曲面生成処理において、生成した近似曲面にオフセット値を加算した曲面を新たな近似曲面とし、その近似曲面を用いてサブトラクション処理を行う。これにより、本発明の電子基板検査方法は、各種条件で発生したノイズを抑制し、検査対象部品の認識精度を向上させることができる。

他の観点による発明の電子基板検査方法は、前記検査対象領域決定処理において、前記サブトラクション処理により求めた各検査対象領域の面積値を計算し、その面積値が予め指定した範囲内にある領域のみを検査対象領域として決定する。これにより、本発明の電子基板検査方法は、サブトラクション処理により誤認識した領域を削除することができる。

他の観点による発明の電子基板検査方法は、前記検査対象領域決定処理が、前記サブトラクション処理により求めた各検査対象領域に対して、各領域の縮小・膨張処理と、微小領域を削除する処理とを含む。これにより、本発明の電子基板検査方法は、サブトラクション処理により誤認識した領域を削除することができる。また、本発明の電子基板検査方法は、検査部品領域の形状が凹型の場合、その内部において認識できなかった領域を補足することができる。

他の観点による発明の電子基板検査方法は、前記検査対象領域決定処理が、検査対象領域を拡大する処理と、

拡大した検査対象領域において、検査対象領域と基板面領域を分離する処理、分離した検査対象領域に対して検査を行う処理とを含む。これにより、本発明の電子基板検査方法は、近似曲面における誤差を排除するため、決定した検査対象領域の付近のミクロな領域において、再度検査対象領域を抽出する処理であり、検査対象領域を高精度に抽出することができる。

他の観点による発明の電子基板検査方法は、前記検査対象領域決定処理において決定した検査対象領域を、検査基準を設定した教示データとする。これにより、本発明の電子基板検査方法は、従来の装置において人手で行っていた教示データ領域の設定を自動化することができる。

また、上記の複数の電子基板検査方法を組み合わせることにより、高精度な基

板検査方法を提供することができる。

本発明に係る電子基板検査装置は、検査対象物が配置されている電子基板の表面形状のデータを計測する計測部、

計測された表面形状のデータから、検査対象物が配置されていない電子基板の表面形状を推定した近似曲面を生成する近似曲面生成部、

計測された表面形状データから、生成された近似曲面を減算するサブトラクション部、

前記サブトラクション部において得られたデータにより近似曲面と異なる領域を検査対象領域として決定する検査対象領域決定部、及び

決定された検査対象領域に対して、前記電子基板上に配置されている電子部品及び電子部品を接続するための接合材を所望の状態であるかを検査する検査部を具備する。

これにより、本発明の電子基板検査装置は、電子基板表面を近似した近似曲面により電子基板の歪に影響されることなく、電子基板上に配置された検査対象物を高精度に認識することが可能となり、電子基板全体に対して高精度な検査を実現することができる。

発明の新規な特徴は添付の請求の範囲に特に記載したものに他ならないが、構成及び内容の双方に関して本発明は、他の目的や特徴と合わせて図面と共に以下の詳細な説明を読むことにより、より良く理解され評価されるであろう。

#### 図面の簡単な説明

図1は本発明の電子基板検査方法において用いられる表面形状計測装置の動作説明図である。

図2は本発明の電子基板検査方法における電子基板の自動検査方法処理を示すフローチャートである。

図3は本発明の電子基板検査方法における基板表面自動推定方法を説明する図である。

図面の一部又は全部は、図示を目的とした概要的表現により描かれており、必ずしもそこに示された要素の実際の相対的大きさや位置を忠実に描写していると

は限らないことは考慮願いたい。

#### 発明の詳細な記述

以下、本発明に係る電子基板検査方法の好ましい実施の形態を添付の図面を参照して説明する。

#### 《実施の形態1》

図1は本発明に係る電子基板検査方法における表面形状計測装置の動作原理を説明する図である。図1に示す表面形状計測装置は、三角測量の原理に基づいて被検体である電子基板6の表面形状データを計測している。この表面形状計測装置は、レーザーユニット1から出射したレーザ光Lを被検体である電子基板2の電子部品7に照射して、この反射光を4つのセンサにより受光するよう構成されている。センサとしてレーザ光の入射方向を識別できる位置敏感検出器(P S D : Position Sensitive Detector) A, B, C, Dが用いられている。位置敏感検出器A, B, C, Dは、レーザ光Lを受光した位置に応じて2つのアナログ信号を出力するセンサである。

三角測量の原理から、レーザ光Lの照射源座標(X, Y, Z)、被検体上の照射位置座標(X, Y)、各位置敏感検出器A, B, C, Dにおけるレーザ光受光座標(X a, Y a, Z a)、(X b, Y b, Z b)、(X c, Y c, Z c)、(X d, Y d, Z d)により、被検体上の照射位置における高さ座標が算出される。

センサである位置敏感検出器A, B, C, Dから出力されたアナログ信号を下記の式(1)により変換処理することにより被検体の高さデータが算出される。

下記式(1)と式(2)において、 $H(x, y)$ は照射位置であるサンプリング座標点(x, y)において計測した高さの値を示しており、 $B(x, y)$ はサンプリング座標点(x, y)において計測した輝度値(反射強度)である。また、 $I_a(x, y)$ と $I_b(x, y)$ はサンプリング座標点(x, y)において計測した各センサA, B, C, Dからの信号値である。各センサの出力信号である2つの信号値 $I_a(x, y)$ と $I_b(x, y)$ を加算することにより、そのサンプリング座標点(x, y)における輝度値( $B(x, y)$ )が表される。



$$H(x, y) = I_a(x, y) / (I_a(x, y) + I_b(x, y)) \quad \dots \dots (1)$$

$$B(x, y) = I_a(x, y) + I_b(x, y) \quad \dots \dots (2)$$

被検体の2次元領域における表面形状データ（高さデータ）の計測は、サンプリング座標点を固定したまま被検体をXY平面内で平行移動させて繰り返し行うか、あるいは被検体を固定しサンプリング座標点を並行移動させて繰り返し行われる。

上記以外の装置を用いて表面形状データを計測する方法としては、例えばスリット光の変化により高さデータを計測する光切断法や、2つ以上の視差画像から高さデータを計測するステレオ法等があり、またX線CT装置（x-ray Computed Tomography System）やMRI装置（Magnetic Resonance Imaging System）等によって計測した3次元データから表面形状データを取得することも可能である。

次に、上記表面形状計測装置において撮像したデータを用いて、電子基板全面における検査を高精度に実施する一例について説明する。

図2は、本発明に係る一実施の形態である電子基板検査方法における検査処理を示すフローチャートである。

ステップ110において、前述のように電子基板の表面形状データを計測し、その表面形状データを読み込む処理を実行する。ステップ120において、読み込んだ表面形状データをXY平面においてタイル状の四角い領域に等間隔で分割する。この時、タイル状の四角い領域は、隣接する領域とオーバーラップさせて設定することも可能である。このように、隣接する領域をオーバーラップさせることにより、近似曲面の近似精度をさらに向上させることが可能となる。なお、分割されたタイル状の四角い各領域は、一つの検査対象部品の水平面における面積より大きく設定されている。

ステップ130において、分割された各領域における電子基板の高さ値を決定する処理を実行する。このステップ130において求められた基板高さ値をタイル状の各領域の中心座標における高さ値として決定する。高さ値を決定する方法は後述する。

ステップ140において、ステップ130で離散的に決定した電子基板の各領域の高さ値から、各領域間の座標における高さ値を補間処理により算出する。こ

の補間処理の方法としては、電子基板の実装面が微分可能な曲面であると仮定し、離散点から滑らかな近似曲線を生成する3次スプライン補間の処理を実行する。なお、本発明における補間処理として3次スプライン補間処理に限定されるものではなく、処理速度の高速化を実現するために、次数を削減した2次元スプライン補間や1次元スプライン補間の処理を実行してもよい。このようにして算出された電子基板全面における高さ値を基板の近似曲面として決定する。

ステップ150において、ステップ110で読み込んだ表面形状データからステップ140で算出した近似曲面のデータを減算するサブトラクション処理（減算処理）を行う。このサブトラクション処理により、近似曲面より高い領域を電子基板上に配置された検査対象領域として決定する。なお、ステップ110において読み込まれた最初の表面形状データには各種ノイズが含まれているため、各種ノイズのデータを抑制する必要がある。このため、算出した近似曲面データに一定のオフセット値を加算して、これを新たな近似曲面データとする。そして、ステップ150において、この新たな近似曲面と表面形状データとのサブトラクション処理により検査対象領域を決定し、ノイズ領域の発生を抑制することも可能である。

ステップ160において、上記のようにステップ150で決定した検査対象領域の粒状ノイズを抑制するために、第1のノイズ除去処理として領域の縮小・拡大処理を行い、この縮小・拡大処理の結果を新たに検査対象領域とする。縮小・拡大処理としては、モルフォロジフィルタのオープニング（opening）処理やクロージング（closing）処理を行う。この処理により次のステップ170の処理時間を短縮することが可能となる。

ステップ170において、ステップ150で決定した検査対象領域のラベル付けを行うことによって領域認識を行うラベリング処理による認識処理を行う。認識手法としてはラベリング処理以外でもよく、領域拡張方法であるリージョングローイング処理などを適用してもよい。ステップ170において、認識処理が実行された検査対象領域の中心座標、面積、体積、傾き、及び主軸等の特徴量が算出される。

ステップ140で基板表面を微分可能な曲面と仮定して近似曲面を生成したが、

実際の電子基板においては、製品に搭載する基板領域（実装面）の他に、製造工程の利便性から搬送用の領域（搬送枠）が設けられている。この搬送枠は、製品組み立ての際に取り除かれている。このため、実装面と搬送枠との間には溝が形成されている。この溝が形成されている淵領域では電子基板は不連続であり、搬送枠は実装面より持ち上がって形成されている。このため、電子基板は滑らかな曲面として近似した近似曲面より搬送枠が高くなり、この搬送枠が検査対象領域として誤認識される恐れがある。このような誤認識の発生を防止するために、搬送枠の領域を削減する必要がある。従って、ステップ180において、搬送枠などの予め設定してある検査対象領域以外の領域を検査対象領域から削除する、第2のノイズ除去処理を実行する。

ステップ190において、正常時に電子基板に実装される部品の特徴量を示す教示データとして予め設定しておき、この教示データと、上記ステップ170における処理ステップによって決定された検査対象領域の特徴量とを比較する。この比較処理により、電子基板上に配置された部品の検査が行われる。

なお、上記の検査処理フローにおいて、ステップ160の次にステップ165を追加し、その次に再度ステップ160を実行することにより検査対象領域をさらに高精度に決定することが可能となる。

ステップ165において、ステップ150で決定した検査対象領域を拡大処理する。その拡大処理されたミクロな領域において、検査対象領域と基板領域とに分離処理する。この分離する閾値を決定する方法としては、ヒストグラムにおいてクラス間分散が最大となる値を閾値として決定する大津の2値化処理を用いる。そして、分離処理により決定された領域を、新たな検査対象領域として決定する。このように、ステップ165において、近似曲面と検査対象領域における被検体の高さとの差が微小な場合において、ミクロな領域で分離処理が行われるため、より高精度な領域決定が可能となる。ステップ165の処理の後、再度ステップ160を実施し、以下前述のステップ170へ移行する。

次に、前述のステップ130において電子基板の高さ値を決定する方法について説明する。図3は、分割された各領域における電子基板の高さ値を決定する方法を説明する図である。

図3の(a)に示す電子基板60においては、検査対象領域の検査対象部品70が複数配置されている。複数の領域に分割された分割領域80の高さを決定する方法を説明する。分割領域80の大きさは検査対象部品60における最大部品の大きさより十分大きく設定されている。

まず、電子基板60の分割領域80の表面形状データにおけるヒストグラムEを算出する。図3の(b)に示すヒストグラムEによれば、横軸で示す電子基板60の表面の高さGにおいて、縦軸で示す頻度が最大値Fとなる。この高さGを検査対象の分割領域80の高さとして決定する。

上記のようにヒストグラムの最大値座標を求める方法としては、最大値の前後2点から2次曲線を求めて近似曲線とし、その近似曲線の最大値(編曲点)をヒストグラム最大値として決定する方法や、ヒストグラムの曲線全体を近似して、その近似曲線の最大値を基板高さとして決定してもよい。また、一定の頻度値以上を示す領域を決定し、その領域の重心点をヒストグラムの最大値座標とし、その座標位置における高さ値を基板高さとして決定してもよい。

図3においては、検査対象領域をタイル状の矩形状に分割した例を示しているが、分割領域は、例えば隣接する検査対象領域と重なっても良いし、円形でも良い。

上記の実施の形態におけるヒストグラムを生成する処理は、分割領域において検査対象部品の大きさが基板面の大きさより小さい場合に有効である。しかし、逆に1つの分割領域において、基板面に対して検査対象部品が非常に大きい場合には、ヒストグラムの最大値が基板面の高さ値と等価とならず、基板面の高さを推定できなくなるという問題があった。そこで、このような問題を解決し、分割領域と検査対象領域の比率に影響されことなく電子基板の高さを自動推定することが可能な電子基板検査方法を以下に説明する。

この電子基板検査方法は、分割領域内における特定部位のみのマスクデータを生成し、その特定部位のみの表面形状データにおけるヒストグラムを生成する方法である。分割領域内における特定部位とは、検査対象領域以外の領域や、あるいは電子基板上に配置されている銅箔面が存在する領域等である。

上記の電子基板検査方法を実行するよう構成された電子基板検査装置を用いる

ことにより、電子基板表面を近似した近似曲面により電子基板の歪に影響されることなく、電子基板上に配置された検査対象物を高精度に認識することが可能となり、電子基板全体に対して高精度な検査を実現することが可能となる。

以下、電子基板の高さを自動推定する電子基板検査方法の具体的な3つの方法について説明する。

#### (1) 電子基板からのレーザ光の反射強度データを利用する方法

図1に示した表面形状計測装置において計測したレーザ光Lの反射強度データの性質として、被照射物体の表面状態や材質、あるいは色によって計測された反射強度データは異なっている。そこで予め特定の部位からの反射強度データを計測して保持し、予め反射強度値の範囲を指定する。そして、ヒストグラムの生成時において、指定された反射強度値範囲にある領域を決定し、その領域のみの表面形状データにおけるヒストグラムを生成する。一般に、銅箔面は反射強度値が高く、ICなどの電子部品で表面色が黒の場合には、反射強度値が低い。

上記の特定の部位における反射強度値を自動的に決定する方法としては、反射強度データにおいて表面形状データの分割領域と同一領域におけるヒストグラムを作成し、これを大津の2値化手法等により、ヒストグラム領域を2分する閾値を決定する。決定した閾値を反射強度の高い銅箔面領域とその他の領域とを分割する閾値とし、閾値より高い反射強度値を示す領域の表面形状データのヒストグラムを生成する。これにより銅箔面を多く含む領域のヒストグラムを生成し、そのヒストグラムの最大値を銅箔面高さ値として決定する。そして銅箔面高さを基板面の高さとして決定する。

#### (2) 色情報を利用する方法

CCDカメラ等により電子基板の全体のカラー画像を撮像する。次に撮像した画像と3次元表面形状データとの位置合わせを行う。位置合わせ処理は、電子基板上に配置されている基準マークの2点あるいは3点を基準に、図形処理において用いられる座標点を疑似変換するアフィン変換により行う。そして、電子基板表面の色をカラー画像から抽出し、その抽出した領域のみの表面形状データにおけるヒストグラムを生成する。なお、上記のように、電子基板全体の表面色の領域抽出を行う代わりに、銅箔表面色を示す領域のみを抽出しても良く、また部品

表面色以外の領域を抽出してもよい。

### (3) CADデータを利用する方法

この方法は、上記(2)の方法のように色情報をマスクデータとする代わりに、電子基板のCADデータを利用するものである。この(3)の方法による処理内容は上記(2)と同様の処理により行うことができる。

なお、本発明の電子基板検査方法は、上記(1)、(2)、及び(3)のそれぞれの方法を併用して用いることも可能であり、併用することにより、さらに精度の高い電子基板の検査が可能となる。また、上記の電子基板検査方法を実行するよう構成された電子基板検査装置を用いることにより、精度の高い電子基板の検査が可能となる。

従来の電子基板検査方法においては、部品が実装されるべき領域(教示領域)を予めユーザーが手動で決定し、その決定された領域に対して部品の特徴量の設定を行っていた。このように、従来の電子基板検査方法においては、ユーザーが手動で検査対象領域を決定して、検査基準データのパラメータである閾値を作成していた。これに対し、本発明の電子基板検査方法は、良品基板において得られた情報に基づき検査対象領域を自動的に決定し、その検査対象領域における各部品のパラメータである閾値を自動的に設定することが可能である。

従来の電子基板検査装置においては、ユーザーが指定した検査対象領域のみを検査していたため、誤って領域外に配置された電子部品やクリーム半田や半田を検出することができなかった。これに対し本発明の電子基板検査装置は、検査対象となる電子基板の実装面を、計測した表面形状データから、自動かつ高精度に推定することにより、その表面に配置された部品の全てを高精度に検出することが可能となる。

従来における電子基板表面を自動近似する方法としては、電子基板表面を平面近似する方法が提案されている。しかし、実際には電子基板は歪んでおり、その歪みに埋もれるような電子部品や半田、あるいはクリーム半田を検査(認識)する場合、平面近似の方法ではこれらを高精度に認識することが不可能であった。これに対し本発明は、電子基板を曲面近似することにより、基板の歪み量に依存することなく、高精度に部品検査を行うことが可能となる。また、この近似曲面

の自動生成においては、基板表面からの反射光強度やカラー情報、またCAD情報などを有効に活用することにより、検査対象部品の大きさに依存することなく、任意の検査対象物に対して、高精度な近似曲面を生成することが可能である。

以上、実施の形態において詳細に説明したことから明らかなように、本発明の電子基板検査方法及びその装置は次の効果を有する。

本発明の電子基板検査方法及びその装置によれば、検査対象となる電子基板の全面を計測した表面形状データから自動かつ高精度に推定することにより、その表面に配置された部品を全て高精度に検出することが可能であり、従来の装置においては検査不可能であった指定領域外の検査（基板全面における検査）を行うことが可能である。

また、本発明の電子基板検査方法及びその装置によれば、電子基板上に配置された全ての部品を自動認識することにより、その認識データを、検査の基準データとする教示データとして適用することで、従来は手動で行っていた部品領域の設定を自動化することができ、教示データの設定時間を短縮することが可能となる。

さらに、本発明の電子基板検査方法及びその装置は、電子基板を曲面近似して、高精度に部品検査を行うことができ、この近似曲面の自動生成においては、基板表面からの反射光強度やカラー情報、またCAD情報などを有効に活用することにより、高精度な近似曲面の生成が可能となる。

発明をある程度の詳細さをもって好適な形態について説明したが、この好適形態の現開示内容は構成の細部において変化してしかるべきものであり、各要素の組合せや順序の変化は請求された発明の範囲及び思想を逸脱することなく実現し得るものである。

## 請求の範囲

1. 検査対象物が配置されている電子基板の表面形状のデータを計測する計測処理、

計測された表面形状のデータから、検査対象物が配置されていない電子基板の表面形状を推定した近似曲面を生成する近似曲面生成処理、

計測された表面形状データから、生成された近似曲面を減算するサブトラクション処理、

前記サブトラクション処理により得られたデータにより近似曲面と異なる領域を検査対象領域として決定する検査対象領域決定処理、及び

決定された検査対象領域に対して、前記電子基板上に配置されている電子部品及び電子部品を接続するための接合材を所望の状態であるかを検査する検査処理、を有することを特徴とする電子基板検査方法。

2. 前記近似曲面生成処理が、電子基板の表面形状の計測データを小領域に分割し、分割した各領域の表面形状の計測データにおけるヒストグラムを生成するヒストグラム生成処理と、

生成されたヒストグラムから各分割領域内における予め決めた特定座標の基板高さ値を決定する基板高さ値決定処理と、

上記基板高さ値が決定した座標以外の座標の高さ値を、決定した基板高さ値を用いた補間処理により決定し、基板の近似曲面を生成する処理と、を含むことを特徴とする請求項1に記載の電子基板検査方法。

3. 前記ヒストグラム生成処理が、電子基板からの反射光量を計測する処理と、計測された反射光量のデータにおける特定強度の光量を示す領域を決定する領域決定処理と、

決定された特定強度の光量を示す領域のみを用いて、その領域の表面形状データのヒストグラムを生成する処理と、を含むことを特徴とする請求項2に記載の電子基板検査方法。



4. 前記ヒストグラム生成処理が、電子基板の色情報を計測する処理と、  
計測された色情報において、特定の色情報を示す領域のみを用いて、その領域の表面形状データのヒストグラムを生成する処理と、  
を含むことを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 に記載の電子基板検査方法。

5. 前記ヒストグラム生成処理が、電子基板の CAD データにおける特定領域のみを用いて、その領域の表面形状データのヒストグラムを生成する処理、を含むことを特徴とする請求項 2 から請求項 4 までのいずれか 1 項に記載の電子基板検査方法。

6. 前記領域決定処理が、反射光量データにおけるヒストグラムを生成する処理と、

生成されたヒストグラムからヒストグラム領域を分割する閾値を決定する処理と、

決定された閾値により反射光量データを領域分割する処理と、

分割された領域中から特定光量データの領域を決定する処理と、  
を含むことを特徴とする請求項 3 から請求項 5 までのいずれか 1 項に記載の電子基板検査方法。

7. 前記基板高さ値決定処理が、ヒストグラムの最大値を基板高さ値として決定することを特徴とする請求項 2 から請求項 6 までのいずれか 1 項に記載の電子基板検査方法。

8. 前記基板高さ値決定処理が、ヒストグラムの近似曲線を求め、その最大値を基板高さ値として決定することを特徴とする請求項 2 から請求項 7 までのいずれか 1 項に記載の電子基板検査方法。

9. 前記補間処理により基板全面の高さ値を求める処理において、高次補間処

理により基板全面を曲面近似し、これを基板における近似曲面として決定することを特徴とする請求項 2 から請求項 8 までのいずれか 1 項に記載の電子基板検査方法。

10. 前記近似曲面生成処理において、生成した近似曲面にオフセット値を加算した曲面を新たな近似曲面とし、その近似曲面を用いてサブトラクション処理を行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 までのいずれか 1 項に記載の電子基板検査方法。

11. 前記検査対象領域決定処理において、前記サブトラクション処理により求めた各検査対象領域の面積値を計算し、その面積値が予め指定した範囲内にある領域のみを検査対象領域として決定することを特徴とする請求項 1 から請求項 10 までのいずれか 1 項に記載の電子基板検査方法。

12. 前記検査対象領域決定処理が、前記サブトラクション処理により求めた各検査対象領域に対して、各領域の縮小・膨張処理と、微小領域を削除する処理と、を含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 11 までのいずれか 1 項に記載の電子基板検査方法。

13. 前記検査対象領域決定処理が、検査対象領域を拡大する処理と、拡大した検査対象領域において、検査対象領域と基板面領域を分離する処理、分離した検査対象領域に対して検査を行う処理と、を含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 12 までのいずれか 1 項に記載の電子基板検査方法。

14. 前記検査対象領域決定処理において決定した検査対象領域を、検査基準を設定した教示データとすることを特徴とする請求項 1 から請求項 13 までのいずれか 1 項に記載の電子基板検査方法。

15. 検査対象物が配置されている電子基板の表面形状のデータを計測する計

測部、

計測された表面形状のデータから、検査対象物が配置されていない電子基板の表面形状を推定した近似曲面を生成する近似曲面生成部、

計測された表面形状データから、生成された近似曲面を減算するサブトラクション部、

前記サブトラクション部において得られたデータにより近似曲面と異なる領域を検査対象領域として決定する検査対象領域決定部、及び

決定された検査対象領域に対して、前記電子基板上に配置されている電子部品及び電子部品を接続するための接合材を所望の状態であるかを検査する検査部、を具備することを特徴とする電子基板検査装置。

16. 前記近似曲面生成部が、電子基板の表面形状の計測データを小領域に分割し、分割した各領域の表面形状の計測データにおけるヒストグラムを生成するヒストグラム生成処理部と、

生成されたヒストグラムから各分割領域内における予め決めた特定座標の基板高さ値を決定する基板高さ値決定処理部と、

上記基板高さ値が決定した座標以外の座標の高さ値を、決定した基板高さ値を用いた補間処理により決定し、基板の近似曲面を生成する処理部と、を含むことを特徴とする請求項15に記載の電子基板検査装置。

17. 前記ヒストグラム生成処理部が、電子基板からの反射光量を計測する処理部と、

計測された反射光量のデータにおける特定強度の光量を示す領域を決定する領域決定処理部と、

決定された特定強度の光量を示す領域のみを用いて、その領域の表面形状データのヒストグラムを生成する処理部と、を含むことを特徴とする請求項16に記載の電子基板検査装置。

18. 前記ヒストグラム生成処理部が、電子基板の色情報を計測する処理部と、

計測された色情報において、特定の色情報を示す領域のみを用いて、その領域の表面形状データのヒストグラムを生成する処理部と、  
を含むことを特徴とする請求項 1 6 又は請求項 1 7 に記載の電子基板検査装置。

01年07月26日18時14分 宛先:AKIN  
発信:HIGASHIMA PATENT  
R:426  
P. 24/35  
20  
計測された色情報において、特定の色情報を示す領域のみを用いて、その領域の表面形状データのヒストグラムを生成する処理部と、  
を含むことを特徴とする請求項 1 6 又は請求項 1 7 に記載の電子基板検査装置。

## 要 約 書

本発明は、電子基板の歪み量に影響されることなく、電子基板上に配置された微小部品を全て高精度に抽出することが可能な電子基板検査方法及びそれを用いた装置を提案するものである。本発明の電子基板検査方法は、被検査対象物である電子基板の３次元形状を計測して表面形状計測データとする工程と、計測された電子基板全面の表面形状計測データから、電子基板の歪量を自動推定する工程と、上記工程の推定結果から、電子基板の近似曲面を自動生成する工程と、上記工程で生成された近似曲面と表面形状計測データとのサブトラクション処理を行う工程とを有しており、電子基板検査装置は上記の各工程を実行する処理装置を具備している。